

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-152064

(43)Date of publication of application : 30.05.2000

(51)Int.Cl.

H04N 5/232

G02B 7/28

G02B 7/36

G03B 13/36

(21)Application number : 10-325345

(71)Applicant : RICOH CO LTD

(22)Date of filing : 16.11.1998

(72)Inventor : OIKAWA MASARU

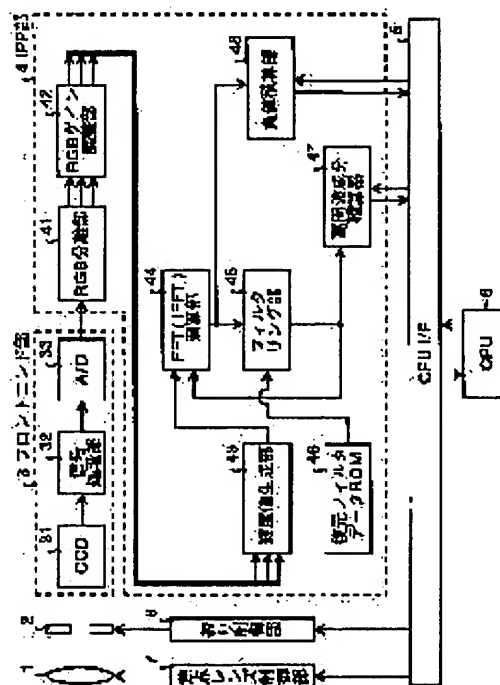
(54) AUTOMATIC FOCUS CONTROLLER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To attain a fast and highly accurate focus adjusting action by restoring an image against the image data obtained by performing the photographing by means of a restoring filter corresponding to an optional spot image radius to calculate the AF evaluation value and referring to this evaluation value for every driving of a focal lens to decide the final focus adjusting position.

SOLUTION: This controller contains a lens system 1, a diaphragm 2, a CPU 6, etc. An image is restored against the image data obtained by performing the photographing at an initial focal lens position by means of plural restoring filters, the AF evaluation value is calculated about a restored image data group and a

rough focus adjusting point is decided by referring to the AF evaluation value. Then an image is restored against the image data obtained by performing the photographing while a focal lens is moved from the rough focus adjusting position by means of a restoring filter corresponding to an optional spot image radius, the AF evaluation value is calculated and the final focus adjusting position is decided by referring to the AF evaluation value. The CPU 6 calculates the AF evaluation value and performs the one-shot AF control.



BEST AVAILABLE COPY

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 初期焦点レンズ位置において撮像して得られた画像データに対して、点像半径に対応した複数の復元フィルタを用いて画像復元を行って各復元フィルタ毎に復元された画像データ群について A F 評価値を算出し、当該算出した A F 評価値を照合して概略の合焦位置を決定し、

ついで、前記概略の合焦位置から焦点レンズを移動させながら撮像して得られた画像データに対して、任意の点像半径に対応した復元フィルタを用いて画像復元を行って A F 評価値を算出し、当該算出した A F 評価値を焦点

10 レンズの駆動毎に参照して最終的な合焦位置を決定することを特徴する自動焦点制御装置。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の自動焦点制御装置において、前記 A F 評価値を、A F エリアにおける負値積算値と高周波成分積算値との比により算出することを特徴とする自動焦点制御装置。

【請求項 3】 請求項 1 または 2 に記載の自動焦点制御装置において、前記任意の点像半径を 5 以下としたことを特徴とする自動焦点制御装置。

【請求項 4】 初期焦点レンズ位置において撮像して画像データを出力し、当該画像データに対して、点像半径に対応した複数の復元フィルタを用いて画像データの復元を行って各復元フィルタ毎に復元された画像データ群について各々 A F 評価値を算出し、当該算出した A F 評価値を照合して合焦位置を決定する自動焦点制御装置において、

ズームレンズと、
ズームレンズ位置に対応させて焦点レンズを駆動するための位置情報を格納したテーブルと、
前記ズームレンズ位置を検出するズームレンズ位置検出手段と、
前記ズームレンズ位置検出手段により検出されたズームレンズ位置に基づき、前記テーブルを参照して、前記焦点レンズを合焦位置に駆動させる焦点レンズ駆動手段と、
を備えたことを特徴とする自動焦点制御装置。

【請求項 5】 初期焦点レンズ位置において撮像して画像データを出力し、当該画像データに対して、点像半径に対応した複数の復元フィルタを用いて画像データの復元を行って各復元フィルタ毎に復元された画像データ群について各々 A F 評価値を算出し、当該算出した A F 評価値を照合して合焦位置を決定する自動焦点制御装置において、

ズームレンズと、
前記ズームレンズ位置を検出するズームレンズ位置検出手段と、

前記ズームレンズ位置検出手段により検出されたズーム

レンズ位置に基づき、合焦動作時の撮像条件を制御する撮像条件制御手段と、

を備えたことを特徴とする自動焦点制御装置。

【請求項 6】 請求項 1～請求項 3 のいずれか 1 つに記載の自動焦点制御装置において、

ズームレンズと、
ズームレンズ位置に対応させて焦点レンズを駆動するための位置情報を格納したテーブルと、
前記ズームレンズ位置を検出するズームレンズ位置検出手段と、

前記ズームレンズ位置検出手段により検出されたズームレンズ位置に基づき、前記テーブルを参照して、前記焦点レンズを合焦位置に駆動させる焦点レンズ駆動手段と、

を備えたことを特徴とする自動焦点制御装置。

【請求項 7】 請求項 1～請求項 3 のいずれか 1 つに記載の自動焦点制御装置において、

ズームレンズと、
ズームレンズ位置を検出するズームレンズ位置検出手段と、

20 前記ズームレンズ位置検出手段により検出されたズームレンズ位置に基づき、合焦動作時の撮像条件を制御する撮像条件制御手段と、

を備えたことを特徴とする自動焦点制御装置。

【請求項 8】 初期焦点レンズ位置を少なくとも 2 点設け、各初期焦点レンズ位置毎に撮像して画像データを出力し、当該画像データに対して、点像半径に対応した複数の復元フィルタを用いて画像データの復元を行って各復元フィルタ毎に復元された画像データ群について各々 A F 評価値を算出し、当該算出した各 A F 評価値を照合して、前記各初期焦点レンズ位置毎に合焦位置を算出し、
30 当該各初期焦点レンズ位置毎に算出した合焦位置に基づいて、最終的な合焦位置を決定することを特徴とする自動焦点制御装置。

【請求項 9】 請求項 8 に記載の自動焦点制御装置において、前記初期焦点レンズ位置の少なくとも一方を、無限遠位置又は最至近位置としたことを特徴とする自動焦点制御装置。

【請求項 10】 請求項 8 に記載の自動焦点制御装置において、前記各初期焦点レンズ位置毎に算出した合焦位置を加重平均して、前記最終的な合焦位置を決定することを特徴とする自動焦点制御装置。

【請求項 11】 請求項 9 に記載の自動焦点制御装置において、

第 1 の初期焦点レンズ位置を無限遠位置に、第 2 の初期焦点レンズ位置を最至近位置に設定し、

50 前記第 1 の初期焦点レンズ位置において撮像して画像デ

ータを出力し、当該画像データに対して、点像半径に対応した複数の復元フィルタを用いて画像データの復元を行って各復元フィルタ毎に復元された画像データ群について各々AF評価値を算出し、当該算出した各AF評価値を照合して第1の合焦位置を算出し、当該算出した第1の合焦位置が遠距離である場合には、前記第1の合焦位置を最終的な合焦位置として決定し、前記第1の合焦位置が近距離である場合には、前記第2の初期焦点レンズ位置において撮像して画像データを出力し、当該画像データに対して、点像半径に対応した複数の復元フィルタを用いて画像データの復元を行って各復元フィルタ毎に復元された画像データ群について各々AF評価値を算出し、当該算出した各AF評価値を照合して第2の合焦位置を算出し、前記第1および第2の合焦位置に基づいて、最終的な合焦位置を決定することを特徴とする自動焦点制御装置。

【請求項12】 請求項9に記載の自動焦点制御装置において、第1の初期焦点レンズ位置を最至近位置に、第2の初期焦点レンズ位置を無限遠位置に設定し、前記第1の初期焦点レンズ位置において撮像して画像データを出力し、当該画像データに対して、点像半径に対応した複数の復元フィルタを用いて画像データの復元を行って各復元フィルタ毎に復元された画像データ群について各々AF評価値を算出し、当該算出した各AF評価値を照合して第1の合焦位置を算出し、当該算出した第1の合焦位置が近距離である場合には、前記第1の合焦位置を最終的な合焦位置として決定し、前記第1の合焦位置が遠距離である場合には、前記第2の初期焦点レンズ位置において撮像して画像データを出力し、当該画像データに対して、点像半径に対応した複数の復元フィルタを用いて画像データの復元を行って各復元フィルタ毎に復元された画像データ群について各々AF評価値を算出し、当該算出した各AF評価値を照合して第2の合焦位置を算出し、前記第1および第2の合焦位置に基づいて、最終的な合焦位置を決定することを特徴とする自動焦点制御装置。

【請求項13】 請求項11または請求項12に記載の自動焦点制御装置において、前記第2の初期焦点レンズ位置において画像復元に用いる復元フィルタ群の点像半径のレンジステップおよび適用範囲を、前記第1の初期焦点レンズにおいて画像復元に用いる復元フィルタ群の点像半径のレンジステップおよび適用範囲に比して小さくしたことを特徴とする自動焦点制御装置。

【請求項14】 請求項1～請求項13のいずれか1つに記載の自動焦点制御装置において、前記復元フィルタを生成する基となるボケフィルタの点像プロファイルを、絞りの形状に類似させたことを特徴とする自動焦点制御装置。

【請求項15】 請求項14に記載の自動焦点制御装置において、

前記復元フィルタの信号とノイズの比率とにより決定される定数項の範囲を0.0005～0.05としたことを特徴とする自動焦点制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、自動焦点制御装置に関し、詳細には、ビデオカメラ、スチルビデオカメラ等の撮像素子を用いた画像入力機器に適用される自動焦点制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、自動焦点制御装置における合焦位置決定方式には、赤外線や超音波を用いたアクティブAF方式、外光パッシブや、山登りサーボ等のパッシブAF方式がある。特に、デジタルスチルビデオカメラ（以下、「DSVC」と略す）などでは、特別な測距部品を必要としないパッシブAF方式が多く採用されている。パッシブAF方式においては、近時ワンショットで合焦位置を検出するものとして、特開平6-181532号公報「電子カメラの合焦位置検出装置」がある。かかる合焦位置検出装置は、ワンショットAFを用いており、すなわち、復元フィルタを用いてワンショットで合焦位置を検出するものである。

【0003】より具体的には、かかる合焦位置検出装置は、光学撮像系の点像分布関数またはそれを変換処理して得られる関数を焦点位置およびその前後のレンズ位置で複数点求めて記憶した特性値記憶手段と、1画面分またはその一部の撮像データを前記特性値記憶手段に記憶された特性値によって前記複数点のレンズ位置毎に画像復元する画像復元手段と、該画像復元された画像データからレンズ位置毎の合焦位置の評価値を求め各評価値を比較して合焦位置を推測する合焦位置推測手段と、を備えたことにより、合焦位置の検出をより早く、より正確に行うことを可能としている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従来の如き復元フィルタを用いたワンショットAFでは、搭載されるメモリ（ROM）容量などの制限から、多数の復元フィルタを用意することが難しく高精度な合焦動作が困難であるという問題がある。また、多数の復元フィルタを使用した場合、その画像の復元の際に演算量が多くなり、高速な合焦動作が難しいという問題がある。

【0005】本発明は、上記課題に鑑みてなされたものであり、高速・高精度な合焦動作が可能な自動焦点制御装置を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】上述課題を解決するために、請求項1に係る自動焦点制御装置は、初期焦点レンズ位置において撮像して得られた画像データに対して、

点像半径に対応した複数の復元フィルタを用いて画像復元を行って各復元フィルタ毎に復元された画像データ群について A F 評価値を算出し、当該算出した A F 評価値を照合して概略の合焦位置を決定し、ついで、前記概略の合焦位置から焦点レンズを移動させながら撮像して得られた画像データに対して、任意の点像半径に対応した復元フィルタを用いて画像復元を行って A F 評価値を算出し、当該算出した A F 評価値を焦点レンズの駆動毎に参照して最終的な合焦位置を決定するものである。

【0007】また、請求項2に係る自動焦点制御装置は、請求項1に記載の自動焦点制御装置において、前記 A F 評価値を、A F エリアにおける負値積算値と高周波成分積算値との比により算出するものである。

【0008】また、請求項3に係る自動焦点制御装置は、請求項1または2に記載の自動焦点制御装置において、前記任意の点像半径を5以下としたものである。

【0009】また、請求項4に係る自動焦点制御装置は、初期焦点レンズ位置において撮像して画像データを出力し、当該画像データに対して、点像半径に対応した複数の復元フィルタを用いて画像データの復元を行って各復元フィルタ毎に復元された画像データ群について各々 A F 評価値を算出し、当該算出した A F 評価値を照合して合焦位置を決定する自動焦点制御装置において、ズームレンズと、ズームレンズ位置に対応させて焦点レンズを駆動するための位置情報を格納したテーブルと、前記ズームレンズ位置を検出するズームレンズ位置検出手段と、前記ズームレンズ位置検出手段により検出されたズームレンズ位置に基づき、前記テーブルを参照して、前記焦点レンズを合焦位置に駆動させる焦点レンズ駆動手段と、を備えたものである。

【0010】また、請求項5に係る自動焦点制御装置は、初期焦点レンズ位置において撮像して画像データを出力し、当該画像データに対して、点像半径に対応した複数の復元フィルタを用いて画像データの復元を行って各復元フィルタ毎に復元された画像データ群について各々 A F 評価値を算出し、当該算出した A F 評価値を照合して合焦位置を決定する自動焦点制御装置において、ズームレンズと、前記ズームレンズ位置を検出するズームレンズ位置検出手段と、前記ズームレンズ位置検出手段により検出されたズームレンズ位置に基づき、合焦動作時の撮像条件を制御する撮像条件制御手段と、を備えたものである。

【0011】また、請求項6に係る自動焦点制御装置は、請求項1～請求項3のいずれか1つに記載の自動焦点制御装置において、ズームレンズと、ズームレンズ位置に対応させて焦点レンズを駆動するための位置情報を格納したテーブルと、前記ズームレンズ位置を検出するズームレンズ位置検出手段と、前記ズームレンズ位置検出手段により検出されたズームレンズ位置に基づき、前記テーブルを参照して、前記焦点レンズを合焦位置に駆

動させる焦点レンズ駆動手段と、を備えたものである。

【0012】また、請求項7に係る自動焦点制御装置は、請求項1～請求項3のいずれか1つに記載の自動焦点制御装置において、ズームレンズと、ズームレンズ位置を検出するズームレンズ位置検出手段と、前記ズームレンズ位置検出手段により検出されたズームレンズ位置に基づき、合焦動作時の撮像条件を制御する撮像条件制御手段と、を備えたものである。

【0013】また、請求項8に係る自動焦点制御装置は、初期焦点レンズ位置を少なくとも2点設け、各初期焦点レンズ位置毎に撮像して画像データを出力し、当該画像データに対して、点像半径に対応した複数の復元フィルタを用いて画像データの復元を行って各復元フィルタ毎に復元された画像データ群について各々 A F 評価値を算出し、当該算出した各 A F 評価値を照合して、前記各初期焦点レンズ位置毎に合焦位置を算出し、当該各初期焦点レンズ位置毎に算出した合焦位置に基づいて、最終的な合焦位置を決定するものである。

【0014】また、請求項9に係る自動焦点制御装置は、請求項8に記載の自動焦点制御装置において、前記初期焦点レンズ位置の少なくとも一方を、無限遠位置又は最至近位置としたものである。

【0015】また、請求項10に係る自動焦点制御装置は、請求項8に記載の自動焦点制御装置において、前記各初期焦点レンズ位置毎に算出した合焦位置を加重平均して、前記最終的な合焦位置を決定するものである。

【0016】また、請求項11に係る自動焦点制御装置は、請求項9に記載の自動焦点制御装置において、第1の初期焦点レンズ位置を無限遠位置に、第2の初期焦点レンズ位置を最至近位置に設定し、前記第1の初期焦点レンズ位置において撮像して画像データを出力し、当該画像データに対して、点像半径に対応した複数の復元フィルタを用いて画像データの復元を行って各復元フィルタ毎に復元された画像データ群について各々 A F 評価値を算出し、当該算出した各 A F 評価値を照合して第1の合焦位置を算出し、当該算出した第1の合焦位置が遠距離である場合には、前記第1の合焦位置を最終的な合焦位置として決定し、前記第1の合焦位置が近距離である場合には、前記第2の初期焦点レンズ位置において撮像して画像データを出力し、当該画像データに対して、点像半径に対応した複数の復元フィルタを用いて画像データの復元を行って各復元フィルタ毎に復元された画像データ群について各々 A F 評価値を算出し、当該算出した各 A F 評価値を照合して第2の合焦位置を算出し、前記第1および第2の合焦位置に基づいて、最終的な合焦位置を決定するものである。

【0017】また、請求項12に係る自動焦点制御装置は、請求項9に記載の自動焦点制御装置において、第1の初期焦点レンズ位置を最至近位置に、第2の初期焦点レンズ位置を無限遠位置に設定し、前記第1の初期焦点

レンズ位置において撮像して画像データを出力し、当該画像データに対して、点像半径に対応した複数の復元フィルタを用いて画像データの復元を行って各復元フィルタ毎に復元された画像データ群について各々AF評価値を算出し、当該算出した各AF評価値を照合して第1の合焦位置を算出し、当該算出した第1の合焦位置が近距離である場合には、前記第1の合焦位置を最終的な合焦位置として決定し、前記第1の合焦位置が遠距離である場合には、前記第2の初期焦点レンズ位置において撮像して画像データを出力し、当該画像データに対して、点像半径に対応した複数の復元フィルタを用いて画像データの復元を行って各復元フィルタ毎に復元された画像データ群について各々AF評価値を算出し、当該算出した各AF評価値を照合して第2の合焦位置を算出し、前記第1および第2の合焦位置に基づいて、最終的な合焦位置を決定するものである。

【0018】また、請求項13に係る自動焦点制御装置は、請求項11または請求項12に記載の自動焦点制御装置において、前記第2の初期焦点レンズ位置において画像復元に用いる復元フィルタ群の点像半径のレンジステップおよび適用範囲を、前記第1の初期焦点レンズにおいて画像復元に用いる復元フィルタ群の点像半径のレンジステップおよび適用範囲に比して小さくしたものである。

【0019】また、請求項14に係る自動焦点制御装置は、請求項1～請求項13のいずれか1つに記載の自動焦点制御装置において、前記復元フィルタを生成する基となるボケフィルタの点像プロファイルを、絞りの形状に類似させたものである。

【0020】また、請求項15に係る自動焦点制御装置は、請求項14に記載の自動焦点制御装置において、前記復元フィルタの信号とノイズの比率とにより決定される定数項の範囲を、0.0005～0.05としたものである。

【0021】

【発明の実施の形態】以下に添付図面を参照して、この発明に係る自動焦点制御装置をデジタルスチルカメラに適用した好適な実施の形態を詳細に説明する。

【0022】（実施の形態1）図1は、本実施の形態1に係るデジタルスチルカメラの構成図である。図1に示すデジタルスチルカメラは、大別すると、被写体像をCCDに結像するレンズ系1、絞り2、被写体像に応じた画像データを出力するフロントエンド部3、画像データの各種データ処理を行うイメージプリプロセッサ（Image Pre-Processor 以下、「IPP」と称する）部4と、CPU1/F5と、デジタルスチルカメラの各部の動作を制御するCPU6と、レンズ系1を駆動制御する焦点レンズ制御部7と、絞り2の絞り値（f値）を制御する絞り制御部8と、を備えている。

【0023】上記レンズ系1は撮像レンズと焦点レンズ

を備える。上記フロントエンド部3は、レンズ系1により結像された被写体像を電気信号（アナログ画像データ）に変換して出力するCCD31と、CCD31から入力される電気信号のノイズ除去やゲイン調整等を行う信号処理部32と、信号処理部32を介してCCD31から入力されるアナログ画像データをデジタル画像データに変換して、IPP部4に出力するA/D変換器33と、を備える。

【0024】上記IPP部4は、フロントエンド部3から入力されるデジタル画像データを、R・G・Bの各成分（RGBデジタル信号）に分離するRGB分離部41と、分離したRGBデジタル信号の各色成分のゲインを夫々調整して、輝度値生成部43に出力するRGBゲイン調整部42と、入力されるRGBデジタル信号を輝度信号に変換してFFT（IFFT）演算部44に出力する輝度値生成部43と、輝度値生成部43から入力される輝度信号の空間成分を周波数成分に変換してフィルタリング部45に出力し、また、フィルタリング部45を経た周波数成分をIFFT変換して空間成分に逆変換して負値積算部48に出力するFFT（IFFT）演算部44と、を備える。

【0025】さらに、上記IPP部4は、復元フィルタデータROM46に格納された復元フィルタに基づき、FFT（IFFT）演算部44で周波数成分に変換された信号の復元処理を行うフィルタリング部45と、複数の点像半径に各々対応した複数の復元フィルタのデータが格納された復元フィルタデータROM46と、周波数成分に変換された信号をフィルタリング処理を経た後、その特定の高周波成分を抽出して累積して得られる高周波成分積算値をCPU6に出力する高周波成分積算器47と、FFT（IFFT）演算部44から入力される空間周波数成分の負値を積算して得られる負値積算値をCPU6に出力する負値積算部48と、を備える。なお、IPP部4の各機能はソフトウェアでも実現可能であるが、図示の如くハードウェアで構成した方が、高速処理が可能となり好ましい。

【0026】CPU6は、上記した如く、デジタルスチルカメラの各部の動作を制御を司るものであり、具体的には、例えば、CPU6は、入力される高周波成分積算値および負値積算値に基づき、AF評価値を算出してワンショットAF制御を行う。

【0027】つぎに、上記構成のデジタルスチルカメラのAF動作の概略を説明する。

【0028】まず、ワンショットAFによる粗調のAF動作が行われる。初期焦点レンズ位置において、CCD31からA/D変換器33を通じて得られたRGBデジタル色信号は、画像信号処理を行うIPP部4に入力する。IPP部4においては、まず、輝度値生成部43により、輝度信号に変換された後、FFT（IFFT）演算部44によって空間成分から周波数成分に変換され

る。フィルタリング部45では、この周波数成分に変換された信号に対し、復元フィルタデータROM46から読み込まれたデータ(1の復元フィルタ)に基づいて復元処理が行われる。このフィルタリング処理が施された信号は、高周波成分積算器47に出力されると共に、FFT(IFFT)演算部44に出力される。

【0029】高周波成分積算器47では、入力される信号の特定の高周波成分が抽出され、この特定の高周波成分が累積された高周波成分積算値が、CPU1/F5を介してCPU6に出力される。

【0030】他方、フィルタリング処理されたデータは、再度FFT(IFFT)演算部44に輸入されて再び空間成分に変換され負値積算部48に出力される。ここで、この再変換されたデータ(画像データ)には負値が含まれることがある。負値積算部48では、再変換されたデータの負値の積算が行われ得られる負値積算値 *

(負値積算値と高周波成分積算値との比)

$$= |1000 - (\text{負値積算値})| / (\text{高周波成分積算値}) \cdots (1)$$

但し、| | は絶対値

【0034】そして、検索された最小値に対応する復元フィルタナンバーを合焦点指標として、対応する焦点レンズ位置(目標位置)すなわち概略の合焦位置(粗調合焦点検出位置)が特定される。そして、CPU6は、焦点レンズ制御部7に、焦点レンズを概略の合焦位置までの移動を指示する制御データを出力し、これに応じて、焦点レンズ制御部7は、焦点レンズを概略の合焦位置まで駆動する。

【0035】つぎに、微調のAF動作が行われる。まず、概略の合焦位置で、再び撮像を行い、撮像された画像データに対して、点像半径1に対応する復元フィルタで画像復元を行いAF評価値を算出する。次に、さらに焦点レンズをわずかに移動し、撮像を行い撮像された画像データに対して、点像半径1に対応する復元フィルタで画像復元を行いAF評価値を算出する。ここでは点像半径1に対応する復元フィルタを使用することとしたが、点像半径5以下に対応する復元フィルタであれば良い。撮像、画像復元、AF評価値の算出は上記と同様であるのでその説明は省略する。

【0036】CPU6は、概略の合焦位置での少なくとも2点のAF評価値を比較して、最終的な合焦位置がどちらの方向にあるかを特定する。そして、特定した方向に、焦点レンズを除々に移動させながら、撮像一点像半径1に対応する復元フィルタでの画像の復元処理→AF評価値の算出→AF評価値の判定(最小値であるか否か)を繰り返し行い、最終的な合焦位置を特定する。

【0037】上記AF動作の具体例を図2を参照して説明する。上記AF動作の具体例を説明するための説明図であり、粗調合焦位置を検出する動作を説明するための図(上図)と微調合焦位置を検出する動作を説明するための図(下図)を対応づけて示す。

*が、CPU1/F5を介してCPU6に出力される。すなわち、1の復元フィルタに対応する高周波成分積算値および負値積算値がCPU6に入力されることになる。

【0031】これら、フィルタリング処理→高周波成分積算→IFFT→負値積算の一連の処理は復元フィルタの数だけ繰り返され、復元フィルタの数だけの高周波成分積算値と負値積算値がCPU6に出力される。

【0032】CPU6では、入力される高周波成分積算値および負値積算値に基づき、AF評価値を算出し、例えばその最小値を検索する。AF評価値は、例えば、下式(1)により算出する。具体的には、AFエリアの負値積算値と特定域の高周波成分の積算値を各々算出し、算出された負値積算値群および高周波成分積算値との比をAF評価値としている。

【0033】

【0038】図2の上図は、レンズ位置、被写体位置、復元フィルタ、およびワンショットAF評価値の関係を示している。フィルタリング部45は、焦点位置が∞(無限遠)~Near(最至近)の間に、各々が各距離に対応した7つの復元フィルタNo. 1~No. 7(フィルタ群)を備えている。各々の復元フィルタNo. 1~No. 7によって画像を復元しAF評価値を求める。ここで、合焦点はワンショットAF評価値の最小値を示すフィルタナンバーであり、同図では、被写体位置近傍のフィルタNo. 6において、AF評価値が概略の合焦位置である旨の信号をCPU6が焦点レンズ制御部7に出力する。この信号に基づき、焦点レンズ制御部7は焦点レンズをフィルタNo. 6に対応する位置まで移動させる。

【0039】焦点レンズをフィルタNo. 6に相当する位置に移動させた後、再び撮像を行い、点像半径1に対応する復元フィルタで画像復元を行いAF評価値を算出する。次に、さらに焦点レンズをわずかに移動し、撮像を行い撮像された画像データに対して、点像半径1に対応する復元フィルタで画像復元を行いAF評価値を算出する。概略の合焦位置での少なくとも2点のAF評価値を比較して、最終的な合焦位置がどちらの方向(最至近方向または無限遠方向)にあるかを特定する。同図に示す例では、無限遠方向に最終的な合焦位置があると特定できるので、同図に示すように、無限遠方向に焦点レンズを除々に移動させながら、撮像一点像半径1に対応する復元フィルタでの画像の復元処理→AF評価値の算出→AF評価値の判定(最小値であるか否か)を繰り返し行い、最終的な合焦位置に到達する。

【0040】以上説明したように、本実施の形態1においては、初期焦点レンズ位置において撮像を行い、得られた画像について、点像半径に対応した複数の復元フィ

ルタを用いて画像復元を行い、各復元フィルタ毎に復元された画像群についてAF評価値を算出し、これを照合することによって概略の合焦位置を決定し、続いて、概略の合焦位置で撮像された画像について、点像半径1の復元フィルタで画像復元を行い、AF評価値を算出し、このAF評価値を焦点レンズの駆動毎に参照することによって最終的な合焦位置を特定することとしたので、復元フィルタを格納するメモリ容量を低減でき、安価な構成で高精度な自動合焦動作を行うことが可能となる。

【0041】また、実施の形態1では、AF評価値をAFエリアにおける負値積算値と高周波成分積算値との比により算出することとしたので、高精度なAF評価値を算出することが可能となる。

【0042】また、本実施の形態1では、微調に用いる復元フィルタの点像半径を5以下にしているのので、画像の復元を高精度に行うことがより精度の高い合焦特性を保障している。

【0043】なお、本実施の形態1では、AF粗調用に7個の復元フィルタを具備している例を説明したが、本発明はこれに限定されるものではない。また、AF評価値を算出するための演算式も上記(1)式に限定されるものではない。また、微調の際に使用している復元フィルタの点像半径を1としているが、これに限られるものではなく点像半径5以下のものであれば良い。

【0044】(実施の形態2) 実施の形態2について、図3および図4を参照して説明する。実施の形態2では、実施の形態1の構成のデジタルスチルカメラにおいて、ズームレンズを備えた場合のAF動作について説明する。

【0045】ワンショットAFでは、前述したように、複数の復元フィルタによって復元された画像に対してAF評価値を算出し、算出されたAF評価値を判定することによって、合焦位置(点像半径指標)を特定している。

【0046】図3は、ズームレンズ位置と被写体距離および点像半径指標の関係を示す。同図に示すように、点像半径指標系列は焦点距離によって異なるため、ズームレンズを使用した場合には焦点距離を変えた場合に補正を施さないと、不適正な位置に焦点レンズを駆動してしまうことになる。すなわち、従来のワンショットAFでは、点像半径の系列が1つに定まる単焦点レンズの使用が主であり、ズームレンズでは、点像半径の系列が無数に存在するため、ワンショットAF動作の観点からは不向きとされてきた。

【0047】そこで、実施の形態2では、ズームレンズ位置を検出し、当該検出したズームレンズ位置および点像半径指標に基づいて、ズームレンズ位置に対応させて焦点レンズを駆動するための位置情報を格納したテーブルを参照して焦点レンズを合焦位置に駆動させることにより、ズームレンズを使用した場合の合焦精度への悪影

響を排除している。

【0048】図4は、実施の形態2におけるデジタルスチルカメラのズームレンズおよびズームレンズ位置補正部の構成を示す図である。実施の形態2におけるデジタルスチルカメラは、実施の形態1のデジタルスチルカメラに、図4に示すズームレンズ9およびズームレンズ位置補正部10を付加したものである。

【0049】図4に示すズームレンズ位置補正部10は、ズームレンズ9に設けられズームレンズ9の位置情報(焦点距離情報)を出力する位置情報出力部(図示せず)と、位置情報出力部(図示せず)から出力されるズームレンズ9の位置情報に基づきズームレンズ9の位置情報(焦点距離情報)を検知するズームレンズ位置検出部101と、検出されたズームレンズ9の位置情報(焦点距離情報)および点像半径指標に基づいて、焦点レンズ位置駆動テーブル103内の焦点レンズの位置情報を指定するセレクト102と、ズームレンズ9の位置情報と焦点レンズの位置情報とを対応づけて記憶している焦点レンズ駆動位置テーブルROM103とを備えている。

【0050】焦点レンズ駆動位置テーブルROM103は、ズームレンズ位置1〜3用駆動位置設定域を有しており、各ズームレンズ位置1〜3用駆動位置設定域毎に焦点レンズの位置情報が格納されている。すなわち、焦点レンズ駆動位置テーブルROM103では、ズームレンズ9の位置情報に基づきズームレンズ位置1〜3用駆動位置設定域のいずれかの先頭アドレスが指定され、さらに、点像半径指標をオフセット(ポインタ)として焦点レンズ位置情報が指定される。

【0051】つぎに、実施の形態3におけるAF動作を説明する。まず、ズームレンズ位置補正部10では、位置情報出力部(図示せず)は、ズームレンズ9の位置情報(焦点距離情報)をズームレンズ位置検出部101に出力する。ズームレンズ位置検出部101は、位置情報出力部(図示せず)から出力されるズームレンズ9の位置情報に基づきズームレンズ9の位置情報(焦点距離情報)を検知してセレクト102に出力する。セレクト102は検出された位置情報(焦点距離情報)に基づいて、焦点レンズ駆動位置テーブルROM103の適正な領域としてズームレンズ位置1〜3用駆動位置設定域のいずれかを指定する。

【0052】他方、初期焦点レンズ位置で撮像された画像が、各々の点像半径で復元され、AF評価値が算出され、CPU6により合焦位置(点像半径指標)がセレクト102に出力される。セレクト102は、焦点レンズ駆動位置テーブルROM103の指定された領域内で上記合焦位置(点像半径指標)に基づき焦点レンズ駆動位置テーブルROM103の焦点レンズの位置情報を指定する。そして、焦点レンズ制御部7は、焦点レンズ駆動位置テーブルROM103から指定された焦点レンズの

位置情報を読み出し、読み出した位置情報に基づき焦点レンズを駆動する。

【0053】より具体的には、例えば、ズームレンズ位置3で撮影された場合、ズームレンズ位置検出部101は、ズームレンズ9の位置3（焦点距離）を検出し、セクタ102が、焦点レンズ駆動位置テーブルROM103のズームレンズ位置3用の駆動位置設定域の先頭アドレスを指定する。他方、セクタ102は、例えば、CPU6から合焦位置（点像半径指標）として“2”が出力された場合には、指定された先頭アドレスにこの指標値“2”をオフセットとして指定する。これにより同図では、焦点レンズの位置情報として“0A”が指定される。焦点レンズ制御部7は、指定された位置情報“0A”を読み出し、かかる位置情報に基づいて焦点レンズを駆動する。

【0054】以上説明したように、実施の形態2によれば、ズームレンズを使用したワンショットAFにおいて、ズームレンズ位置を検出し、当該検出したズームレンズ位置および点像半径指標に基づいて、ズームレンズ位置に対応させて焦点レンズを駆動するための位置情報を格納したテーブルを参照して焦点レンズを合焦位置に駆動させることとしたので、ズームレンズによる合焦の際のバラツキを抑制でき、高精度な合焦動作を行うことが可能となる。

【0055】なお、実施の形態2では、焦点レンズ位置テーブルROM103の読み出し領域を切り替えることとしたが、テーブルとしてRAMを使用して、算術的に位置データを生成し書き換える構成としても良い。

【0056】また、本実施の形態2の如きズームレンズを使用した場合のAF動作に、実施の形態1のAF動作を組み合わせることによっても良い。これにより、より高精度なAF動作を行うことが可能となる。

【0057】（実施の形態3）実施の形態3について、図5および図6を参照して説明する。実施の形態3では、実施の形態1の構成のデジタルスチルカメラにおいて、ズームレンズを備えた場合のAF動作について説明する。

【0058】実施の形態3は、ズームレンズ位置を検出し、検出された位置情報に基づいて、ワンショットAF動作時の撮影条件を制御するものであり、特に、撮影条件として絞りの絞り値を制御している。図5は、ズームレンズ位置と絞り値の対応を示す説明図である。

【0059】絞り制御部8は、検出されたズームレンズ位置に応じて絞り2の絞り値を変更する。具体的には、絞り制御部8は、例えば、図5に示すように、ズームレンズ9がズームレンズ位置1の場合には絞り値として「11」を、ズームレンズ位置2の場合には絞り値として「8」を、ズームレンズ位置3の場合には絞り値として「6.7」を設定する。

【0060】これにより、図6に示すような特性の点像

半径指標を得ることができる。図6に示す特性は、図3に示す特性に比して、ズームレンズ位置1における点像半径指標系列は、より押し込まれたような特性に、ズームレンズ位置3における点像半径指標系列は、より引き上げられるような特性となる。この結果、ズームレンズ位置による点像半径指標系列のバラツキが抑制された形となり、精度の良い合焦動作が実現される。他のAF動作は実施の形態1または実施の形態2と同様であるのでその説明は省略する。

【0061】以上説明したように、実施の形態3においては、ズームレンズ位置を検出し、検出された位置情報に基づいて、ワンショットAF動作時の撮影条件を制御することとしたので、ズームレンズ位置による点像半径指標系列のバラツキが抑制でき、精度の良い合焦動作が可能となる。

【0062】なお、本実施の形態3の如きズームレンズを使用した場合のAF動作に、実施の形態1のAF動作を組み合わせることによっても良い。これにより、より高精度なAF動作を行うことが可能となる。

【0063】（実施の形態4）実施の形態4について、図7および図8を参照して説明する。実施の形態4では、実施の形態1の構成のデジタルスチルカメラにおいて、AF動作の際に、初期焦点レンズ位置を2点設定した場合を示す。

【0064】実施の形態4では、図7に示す如き、各初期焦点レンズ毎に復元フィルタのフィルタNo（1～8）に対応させて焦点レンズのレンズ位置データを格納したテーブル1、2を備えている。テーブル1は第1の初期焦点レンズ位置（ ∞ ）に、テーブル2は第2の初期焦点レンズ位置（Near）に夫々対応する。

【0065】図8は、実施の形態4におけるAF動作を説明するための説明図を示し、特に、上図は、第1の初期焦点レンズ位置（ ∞ ）で撮像した場合の各復元フィルタ（No. 1～No. 8）におけるAF評価値の一例を示し、下図は、第2の初期焦点レンズ位置（Near）で撮像した場合の各復元フィルタ（No. 1～No. 8）におけるAF評価値の一例を示す。実施の形態4においては、第1の初期焦点レンズ位置を無限遠位置（ ∞ ）に、第2の初期焦点レンズ位置を最至近位置（60cm）に設定している。

【0066】まず、第1の初期焦点レンズ位置（無限遠位置）において、画像を取込み、点像半径に対応した復元フィルタ毎に画像復元を施しAF評価値を得る。図8に示す例では、フィルタNo. 6が合焦指標として選ばれる。

【0067】つぎに、焦点レンズを第2の初期焦点レンズ位置（最至近位置：60cm）に駆動する。ここで、再度画像を取込み、各復元フィルタ毎に画像復元を施しAF評価値を得る。同図に示す例では、フィルタNo. 2が合焦指標として選ばれる。

【0068】ここで、先の第1の初期焦点レンズ位置から選ばれた合焦指標と第2の初期焦点レンズ位置から選ばれた合焦指標に基づき、焦点レンズ位置を格納しているテーブル1、2から焦点レンズの位置データを読み出す。本実施の形態では、テーブル1から第1の初期焦点レンズ位置で選ばれたフィルタNo. 6に対応するレンズ位置データ“40h(16進表示: 8bit)”を読み出される。また、テーブル2から第1の初期焦点レンズ位置で選ばれたフィルタNo. 2に対応するレンズ位置データ“80h”が読み出される。そして読み出されたレンズ位置データ“40h”、“80h”の加重平均を算出する。具体的演算結果は、 $(40h + 80h) / 2 = 60h$ となる(重み係数を各々1としている)。

【0069】そして、算出した加重平均値“60h”を最終的な合焦位置として、焦点レンズ制御部7は、この最終的な合焦位置に焦点レンズを移動させる。

【0070】以上説明したように、実施の形態4によれば、初期焦点レンズ位置を2点設定することとしたので、合焦点の特定の精度を向上させることが可能となる。

【0071】また、本実施の形態4では、上記初期焦点レンズ位置の2点のうち、少なくとも一方は、無限遠位置または最至近位置とすることとしたので、合焦点特定の範囲の制限を小さくすることが可能となる。

【0072】また、本実施の形態4では、第1の初期焦点レンズ位置におけるレンズ位置データと第2の初期焦点レンズ位置におけるレンズ位置データとを加重平均して最終的な合焦位置を算出することとしたので、合焦点特定の精度を向上させることが可能となる。

【0073】なお、本実施の形態4では、最至近位置として60[cm]としているが、これに限定されるものではない。また、復元フィルタ数もここに列挙したものには限られない。また、重み係数をすべて1としているがこれに限られるものではない。

【0074】(実施の形態5) 実施の形態5について、図9および図10を参照して説明する。実施の形態5では、実施の形態4において、第1の初期焦点レンズ位置(無限遠位置)による合焦位置の推定により、被写体が近距離にあると判断した場合のみ、焦点レンズ位置を第2の初期焦点レンズ位置である最至近位置に移動し、そこでさらに撮像を行い、画像復元に行って合焦位置を特定するものである。

【0075】図9は実施の形態5のAF動作を説明するための説明図(第2の初期焦点レンズ位置での撮像が必要な場合)、図10は本実施の形態5のAF動作を説明するための説明図(第2の初期焦点レンズ位置での撮像が不要な場合)を示す。実施の形態5では、第1の初期焦点レンズ位置を無限遠位置(∞)に、第2の初期焦点レンズ位置を最至近位置(60cm)に設定している。初期焦点レンズ位置をこのように設定したのはできるだ

け合焦適用範囲を広く取るためであり、これ以外でも、例えば、第1の初期焦点レンズ位置を300[cm]に、第2の初期焦点レンズ位置を100[cm]などに設定しても良い。

【0076】図9において、上図は第1の初期焦点レンズ位置(∞)で撮像した場合の各復元フィルタ(No. 1~No. 8)におけるAF評価値の一例を示し、下図は第2の初期焦点レンズ位置(Near)で撮像した場合の各復元フィルタ(No. 1~No. 8)におけるAF評価値の一例を示す。

【0077】図9において、まず、第1の初期焦点レンズ位置(無限遠位置)において、画像を取込み、点像半径に対応した復元フィルタ毎に画像復元を施し、AF評価値を得る。同図(上図)ではフィルタNo. 6が合焦指標として選ばれる。これにより、被写体が近距離であることが分かる。従って、焦点レンズを第2の初期焦点レンズ位置(最至近位置: 60cm)に駆動する。ここで、再度画像を取込み、各復元フィルタ毎に画像復元を施しAF評価値を得る。同図(下図)では、フィルタNo. 2が合焦指標として選ばれる。

【0078】ここで、上記実施の形態4と同様にして、先の第1の初期焦点レンズ位置から選ばれた合焦指標と第2の初期焦点レンズ位置から選ばれた合焦指標に基づき、上記図7に示したテーブル1、2から、焦点レンズのレンズ位置データを各々読み出し、読み出した各レンズ位置データを加重平均をとり、最終的な合焦位置を決定し、焦点レンズ制御部7はこの最終的な合焦位置に焦点レンズを移動させる。

【0079】図10は、第1の初期焦点レンズ位置(∞)で撮像した場合の各復元フィルタ(No. 1~No. 8)におけるAF評価値の一例を示す。

【0080】図10に示すように、まず、第1の初期焦点レンズ位置(無限遠位置)において、画像を取込み、点像半径に対応した復元フィルタ毎に画像復元を施し、AF評価値を得る。同図では、フィルタNo. 2が合焦指標として選ばれる。このように、フィルタNo. 2が合焦指標となる場合には被写体が遠距離にあることが分かる。この場合には、第1の初期焦点レンズ位置(無限遠位置)からの合焦指標値からでも十分な合焦精度であるため、焦点レンズ制御部7は、そのまま合焦指標値の指し示す位置に焦点レンズを駆動する。すなわち、初期焦点レンズ位置を無限遠位置とした場合でのワンショットのみでAF動作を行う。これにより、被写体距離によらず一律に行っていた復元走査を省略することができ、必要十分な合焦精度で、かつ、高速な自動焦点制御が可能となる。

【0081】以上説明したように、本実施の形態5によれば、第1の初期焦点レンズ位置(無限遠位置)による合焦位置の推定により、被写体が遠距離である場合には、第1の初期焦点レンズ位置で算出した合焦位置を最

終的な合焦位置とし、他方、第1の初期焦点レンズ位置（無限遠位置）による合焦位置の推定により、被写体が近距離にあると判断した場合には、焦点レンズ位置を第2の初期焦点レンズ位置である最至近位置に移動し、そこでさらに撮像を行い、画像復元に行って合焦位置を特定することとしたので、不要な復元動作を省略することができ、高速な自動焦点制御が可能となる。

【0082】（実施の形態6）実施の形態6について、図11および図12を参照して説明する。実施の形態6では、実施の形態4において、第1の初期焦点レンズ位置（最至近位置）による合焦位置の推定により、被写体が遠距離にあると判断した場合のみ、焦点レンズ位置を第2の初期焦点レンズ位置である無限遠位置に移動し、そこでさらに撮像を行って画像復元して合焦位置を特定するものである。

【0083】図11は実施の形態6のAF動作を説明するための説明図（第2の初期焦点レンズ位置での撮像が必要な場合）、図10は実施の形態6のAF動作を説明するための説明図（第2の初期焦点レンズ位置での撮像が不要な場合）を示す。実施の形態6では、第1の初期焦点レンズ位置を最至近位置（60cm）に、第2の初期焦点レンズ位置を無限遠位置（ ∞ ）に設定している。

【0084】図11において、上図は第1の初期焦点レンズ位置（60cm）で撮像した場合の各復元フィルタ（No. 1～No. 8）におけるAF評価値の一例を示し、下図は第2の初期焦点レンズ位置（ ∞ ）で撮像した場合の各復元フィルタ（No. 1～No. 8）におけるAF評価値の一例を示す。

【0085】図11において、まず、第1の初期焦点レンズ位置（60cm）において、画像を取込み、点像半径に対応した復元フィルタ毎に画像復元を施し、AF評価値を得る。同図（上図）ではフィルタNo. 6が合焦指標として選ばれる。これにより、被写体が遠距離であることが分かる。従って、焦点レンズを第2の初期焦点レンズ位置（無限遠位置）に駆動する。ここで、再度画像を取込み、各復元フィルタ毎に画像復元を施しAF評価値を得る。同図（下図）では、フィルタNo. 2が合焦指標として選ばれる。

【0086】ここで、上記実施の形態4と同様にして、先の第1の初期焦点レンズ位置から選られた合焦指標と第2の初期焦点レンズ位置から選られた合焦指標に基づき、上記図7に示したテーブル1、2から、焦点レンズのレンズ位置データを各々読み出し、読み出した各レンズ位置データを加重平均をとり、最終的な合焦位置を決定し、焦点レンズ制御部7はこの最終的な合焦位置に焦点レンズを移動させる。

【0087】図12は、第1の初期焦点レンズ位置（60cm）で撮像した場合の各復元フィルタ（No. 1～No. 8）におけるAF評価値の一例を示す。

【0088】図12に示すように、まず、第1の初期焦

点レンズ位置（60cm）において、画像を取込み、点像半径に対応した復元フィルタ毎に画像復元を施し、AF評価値を得る。同図では、フィルタNo. 3が合焦指標として選ばれる。このように、フィルタNo. 3が合焦指標となる場合には被写体が近距離にあることが分かる。この場合には、第1の初期焦点レンズ位置（60cm）からの合焦指標値からでも十分な合焦精度であるため、焦点レンズ制御部7は、そのまま合焦指標値の指し示す位置に焦点レンズを駆動する。すなわち、初期焦点レンズ位置（60cm）のワンショットのみでAF動作を行う。これにより、被写体距離によらず一律に行っていた復元走査を省略することができ、必要十分な合焦精度で、かつ、高速な自動焦点制御が可能となる。

【0089】以上説明したように、本実施の形態6によれば、第1の初期焦点レンズ位置（最至近位置）による合焦位置の推定により、被写体が近距離である場合には、第1の初期焦点レンズ位置で算出した合焦位置を最終的な合焦位置とし、他方、第1の初期焦点レンズ位置（最至近位置）による合焦位置の推定により、被写体が遠距離にあると判断した場合には、焦点レンズ位置を第2の初期焦点レンズ位置である無限遠位置に移動し、撮像を行い画像復元を行って合焦位置を特定することとしたので、不要な復元動作を省略することができ、高速な自動焦点制御が可能となる。

【0090】（実施の形態7）実施の形態7について、図13を参照して説明する。実施の形態7では、実施の形態4において、第2の初期焦点レンズ位置における画像復元に供される復元フィルタの点像半径のレンジステップを、第1の初期焦点レンズ位置における画像復元に供される復元フィルタの点像半径のレンジステップよりも小さくしたものである。

【0091】図13は、実施の形態7におけるAF動作を説明するための説明図を示し、特に、上図は、第1の初期焦点レンズ位置（ ∞ ）で撮像した場合の各復元フィルタ（No. 1～No. 8）におけるAF評価値の一例を示し、下図は、第2の初期焦点レンズ位置（Near）で撮像した場合の各復元フィルタ（No. 1'～No. 7'）におけるAF評価値の一例を示す。同図に示すように、第2の初期焦点レンズ位置（最至近位置）において画像復元に供される復元フィルタの点像半径のレンジステップを、第1の初期焦点レンズ位置（ ∞ ）における画像復元に供される復元フィルタの点像半径のレンジステップよりも小さく設定している。

【0092】同図において、まず、第1の初期焦点レンズ位置（無限遠位置）において、画像を取込み、点像半径に対応した復元フィルタ毎に画像復元を施し、AF評価値を得る。同図では、フィルタNo. 6が合焦指標として選ばれる。なお、このときの復元フィルタの対応する点像半径のステップは8である。

【0093】つぎに、焦点レンズを第2の初期焦点レン

ズ位置（最至近位置：60cm）に駆動する。ここで、再度画像を取込み、各復元フィルタ毎に画像復元を施し、AF評価値を得る。ここで、第1の初期焦点レンズ位置において、おおまかな合焦範囲を特定しており全範囲の復元走査は無駄な部分が多いため、第2の初期焦点レンズ位置においては、使用する復元フィルタの対応する点像半径を4刻みとし、復元走査範囲も第1の初期焦点レンズ位置における復元範囲の3ステップ分だけをカバーしている。これにより、必要にして十分な合焦精度で、かつ、高速な自動焦点制御が実現される。同図では、フィルタNo. 4' が合焦指標として選らばれる。

【0094】以上説明したように、本実施の形態7においては、第2の初期焦点レンズ位置における画像復元に供される復元フィルタの点像半径のレンジステップを、第1の初期焦点レンズ位置における画像復元に供される復元フィルタの点像半径のレンジステップよりも小さくし、また、復元フィルタ群の適用される範囲も狭くしているので、高速で高精度な合焦点特定が可能となる。

【0095】なお、本実施の形態7では、最至近位置として60cmを設定しているがこれに限定されるものではない。また、復元フィルタ数もここに列挙したものに限られるものではない。さらに、第1の初期焦点レンズにおける復元フィルタの点像半径の刻みステップを8、第2の初期焦点レンズにおける復元フィルタの点像半径の刻みステップを4としているがこれに限られるものではない。

【0096】（実施の形態8）実施の形態8について、図14～図16を参照して説明する。実施の形態8では、画像復元に用いられる復元フィルタ（ウィーナーフ＊

$$K(U, V) = H(U, V)^* \cdot \{ H(U, V)^* \cdot H(U, V) + W \}$$

但し、 $H(U, V)^* : H(U, V)$ の共役複素数
W：定数（復元フィルタの信号とノイズの比率により決定）

【0102】ここで、画像復元に用いられる復元フィルタ（ウィーナーフィルタ）の信号と周波数特性 $K(U, V)$ とノイズの比率により決定される定数項Wの範囲を0.0005～0.05の範囲に規定し、レンズ交換、ズーム交換、ズームによる焦点距離の変化など、ノイズレベルの変動に対し適宜変化適応させることにより、復元の精度を向上させ、ひいては合焦精度の向上につなげている。また、製造段階において、使用するCCDの特性により適宜適応させた復元フィルタを組み込むことにより、合焦精度を向上させることができる。

【0103】なお、実施の形態8の復元フィルタは、上記実施の形態1～7の復元フィルタに適用することが可能である。

【0104】以上説明したように、本実施の形態8においては、画像復元に用いられる復元フィルタ（ウィーナーフィルタ）を生成する基となるボケフィルタの点像ブ

＊フィルタ）を生成する基となるボケフィルタの点像プロファイルの形状に類似させた。図14～図16は、本実施の形態8の復元フィルタの基となるボケフィルタの点像プロファイルの例を示す図である。

【0097】実施の形態8では、上記画像復元フィルタを用いた自動焦点制御の復元フィルタとしてウィーナーフィルタを用いている。この復元フィルタを生成する基としてボケフィルタを想定しているが、このボケを表す点像分布プロファイルの断面形状を、図14～図16に示すように絞り形状と相似形となるようにした。

【0098】ここで、良く使用されるのは、フィルタ生成のし易さから図14、図15のような円形である。レンズの中には、絞り羽根の駆動負荷の関係から、重い端数を制限され、六角形のような絞り形状を持つようなものもある。このような絞りを備えたデジタルビデオカメラの場合は、図16に示すような形状を点像分布プロファイルとした方が、より復元の精度が向上し併いては合焦精度の向上につながる。

【0099】なお、点像分布プロファイルは、図14～図16に示すような円柱形状やガウシアン形状に限られず、両者の複合形状や8角形などの多角形状のものとしても良い。

【0100】また、復元フィルタのフィルタ周波数特性は、ボケフィルタの周波数特性から下式（2）の演算により算出する。ここで、ボケフィルタの周波数特性を $H(U, V)$ 、復元フィルタの周波数特性を $K(U, V)$ とすると、復元フィルタの周波数特性 $K(U, V)$ は下式（2）の如く算出することができる。

【0101】

$$\dots (2)$$

ロファイルを絞りの形状と類似させることとしたので、画像復元の精度を向上させ、ひいては合焦点特定の精度を向上させることが可能となる。

【0105】また、本実施の形態8では、画像復元に用いられる復元フィルタ（ウィーナーフィルタ）の信号とノイズの比率により決定される定数項Wの範囲を0.0005～0.05の範囲に設定しているので、画像復元の精度を向上させ、ひいては合焦点特定の精度を向上させることが可能となる。

【0106】なお、本発明は上記した実施の形態1～8に限定されるものではなく、発明の要旨を変更しない範囲で適宜変更可能である。

【0107】また、本発明の自動焦点制御装置は、ビデオカメラ、スチルビデオカメラ等の撮像素子を用いた画像入力機器に広く適用可能である。

【0108】

【発明の効果】請求項1に係る自動焦点制御装置によれば、初期焦点レンズ位置において撮像して得られた画像データに対して、点像半径に対応した複数の復元フィル

21

タを用いて画像復元を行って各復元フィルタ毎に復元された画像データ群についてAF評価値を算出し、当該算出したAF評価値を照合して概略の合焦位置を決定し、ついで、概略の合焦位置から焦点レンズを移動させながら撮像して得られた画像データに対して、任意の点像半径に対応した復元フィルタを用いて画像復元を行ってAF評価値を算出し、当該算出したAF評価値を焦点レンズの駆動毎に参照して最終的な合焦位置を決定することとしたので、高速・高精度な合焦動作が可能となる。

【0109】また、請求項2に係る自動焦点制御装置によれば、請求項1に記載の自動焦点制御装置において、AF評価値を、AFエリアにおける負値積算値と高周波成分積算値との比により算出することとしたので、高精度なAF評価値を算出することが可能となる。

【0110】また、請求項3に係る自動焦点制御装置によれば、請求項1または2に記載の自動焦点制御装置において、任意の点像半径を5以下としたので、より高精度な合焦動作が可能となる。

【0111】また、請求項4に係る自動焦点制御装置によれば、ズームレンズを備えたワンショットAFにおいて、ズームレンズ位置を検出し、検出したズームレンズ位置に基づき、ズームレンズ位置に対応させて焦点レンズを駆動するための位置情報を格納したテーブルを参照して、焦点レンズを合焦位置に駆動させることとしたので、ズームレンズを使用した際にも高精度な合焦動作が可能となる。

【0112】また、請求項5に係る自動焦点制御装置によれば、ズームレンズを備えたワンショットAFにおいて、ズームレンズ位置を検出し、検出されたズームレンズ位置に基づき、合焦動作時の撮像条件を制御することとしたので、ズームレンズを使用した際にも高精度な合焦動作が可能となる。

【0113】また、請求項6に係る自動焦点制御装置によれば、請求項1～請求項3のいずれか1つに記載の自動焦点制御装置において、検出したズームレンズ位置に基づき、ズームレンズ位置に対応させて焦点レンズを駆動するための位置情報を格納したテーブルを参照して、焦点レンズを合焦位置に駆動させることとしたので、ズームレンズを使用した際にも高精度な合焦動作が可能となる。

【0114】また、請求項7に係る自動焦点制御装置によれば、請求項1～請求項3のいずれか1つに記載の自動焦点制御装置において、ズームレンズ位置を検出し、検出されたズームレンズ位置に基づき、合焦動作時の撮像条件を制御することとしたので、ズームレンズを使用した際にも高精度な合焦動作が可能となる。

【0115】また、請求項8に係る自動焦点制御装置によれば、初期焦点レンズ位置を少なくとも2点設け、各初期焦点レンズ位置毎に撮像して画像データを出力し、当該画像データに対して、点像半径に対応した複数の復

22

元フィルタを用いて画像データの復元を行って各復元フィルタ毎に復元された画像データ群について各々AF評価値を算出し、当該算出した各AF評価値を照合して、各初期焦点レンズ位置毎に合焦位置を算出し、当該各初期焦点レンズ位置毎に算出した合焦位置に基づいて、最終的な合焦位置を決定することとしたので、高速・高精度な合焦動作が可能となる。

【0116】また、請求項9に係る自動焦点制御装置によれば、請求項8に記載の自動焦点制御装置において、前記初期焦点レンズ位置の少なくとも一方を、無限遠位置又は最至近位置としたので、合焦位置特定の範囲の制限を小さくすることが可能となる。

【0117】また、請求項10に係る自動焦点制御装置によれば、請求項8に記載の自動焦点制御装置において、各初期焦点レンズ位置毎に算出した合焦位置を加重平均して、最終的な合焦位置を決定することとしたので、簡単に最終的な合焦位置を特定することが可能となる。

【0118】また、請求項11に係る自動焦点制御装置によれば、請求項9に記載の自動焦点制御装置において、第1の初期焦点レンズ位置を無限遠位置に、第2の初期焦点レンズ位置を最至近位置に設定し、第1の初期焦点レンズ位置において撮像して画像データを出力し、当該画像データに対して、点像半径に対応した複数の復元フィルタを用いて画像データの復元を行って各復元フィルタ毎に復元された画像データ群について各々AF評価値を算出し、当該算出した各AF評価値を照合して第1の合焦位置を算出し、当該算出した第1の合焦位置が遠距離である場合には、前記第1の合焦位置を最終的な合焦位置として決定し、前記第1の合焦位置が近距離である場合には、前記第2の初期焦点レンズ位置において撮像して画像データを出力し、当該画像データに対して、点像半径に対応した複数の復元フィルタを用いて画像データの復元を行って各復元フィルタ毎に復元された画像データ群について各々AF評価値を算出し、当該算出した各AF評価値を照合して第2の合焦位置を算出し、前記第1および第2の合焦位置に基づいて、最終的な合焦位置を決定することとしたので、不要な画像の撮像や復元動作を省くことができ、より高速な合焦動作が可能となる。

【0119】また、請求項12に係る自動焦点制御装置によれば、請求項9に記載の自動焦点制御装置において、第1の初期焦点レンズ位置を最至近位置に、第2の初期焦点レンズ位置を無限遠位置に設定し、第1の初期焦点レンズ位置において撮像して画像データを出力し、当該画像データに対して、点像半径に対応した複数の復元フィルタを用いて画像データの復元を行って各復元フィルタ毎に復元された画像データ群について各々AF評価値を算出し、当該算出した各AF評価値を照合して第1の合焦位置を算出し、当該算出した第1の合焦位置が

近距離である場合には、第1の合焦位置を最終的な合焦位置として決定し、第1の合焦位置が遠距離である場合には、第2の初期焦点レンズ位置において撮像して画像データを出力し、当該画像データに対して、点像半径に対応した複数の復元フィルタを用いて画像データの復元を行って各復元フィルタ毎に復元された画像データ群について各々AF評価値を算出し、当該算出した各AF評価値を照合して第2の合焦位置を算出し、第1および第2の合焦位置に基づいて、最終的な合焦位置を決定することとしたので、不要な画像の撮像や復元動作を省くことができ、より高速な合焦動作が可能となる。

【0120】また、請求項13に係る自動焦点制御装置によれば、請求項11または請求項12に記載の自動焦点制御装置において、第2の初期焦点レンズ位置において画像復元に用いる復元フィルタ群の点像半径のレンジステップおよび適用範囲を、第1の初期焦点レンズにおいて画像復元に用いる復元フィルタ群の点像半径のレンジステップおよび適用範囲に比して小さくしたので、より高速・高精度な合焦動作が可能となる。

【0121】また、請求項14に係る自動焦点制御装置によれば、請求項1～請求項13のいずれか1つに記載の自動焦点制御装置において、前記復元フィルタを生成する基となるボケフィルタの点像プロファイルを、絞りの形状に類似させたので、画像復元の精度を向上でき、これにより、高精度な合焦位置の特定が可能となる。

【0122】また、請求項15に係る自動焦点制御装置によれば、請求項14に記載の自動焦点制御装置において、復元フィルタの信号とノイズの比率とにより決定される定数項の範囲を0.0005～0.05としたので、画像復元の精度を向上でき、これにより、高精度な合焦位置の特定が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施の形態1に係る自動焦点制御装置を適用したデジタルスチルカメラの構成を示すブロック図である。

【図2】実施の形態1におけるAF動作の具体例を説明するための説明図である。

【図3】ズームレンズ位置と被写体距離および点像半径指標の関係を示す図である。

【図4】実施の形態2におけるデジタルスチルカメラのズームレンズおよびズームレンズ位置補正部を示す図である。

【図5】実施の形態3におけるズームレンズ位置と絞り値の対応を示す説明図である。

【図6】ズームレンズ位置と被写体距離および点像半径指標の関係を示す図である。

【図7】実施の形態4におけるテーブルを示す図である。

【図8】実施の形態4におけるAF動作を説明するための説明図である。

【図9】実施の形態5のAF動作を説明するための説明図（第2の初期焦点レンズ位置での撮像が必要な場合）である。

【図10】実施の形態5のAF動作を説明するための説明図（第2の初期焦点レンズ位置での撮像が不要な場合）である。

【図11】実施の形態6のAF動作を説明するための説明図（第2の初期焦点レンズ位置での撮像が必要な場合）である。

【図12】実施の形態6のAF動作を説明するための説明図（第2の初期焦点レンズ位置での撮像が不要な場合）である。

【図13】実施の形態7におけるAF動作を説明するための説明図である。

【図14】実施の形態8の復元フィルタの基となるボケフィルタの点像プロファイルの例を示す図である。

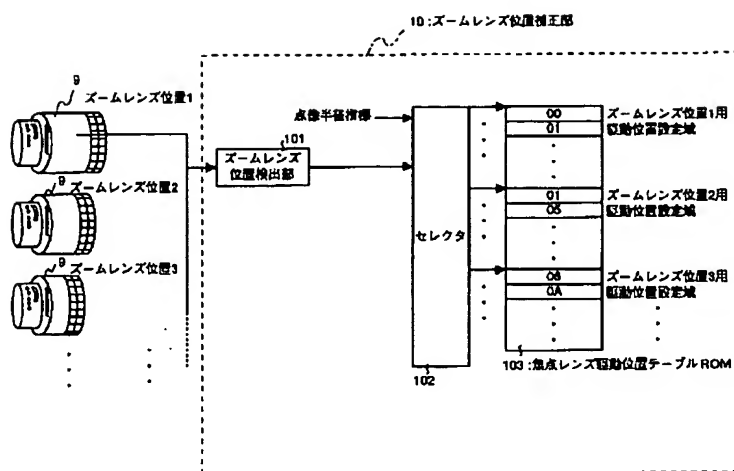
【図15】実施の形態8の復元フィルタの基となるボケフィルタの点像プロファイルの例を示す図である。

【図16】実施の形態8の復元フィルタの基となるボケフィルタの点像プロファイルの例を示す図である。

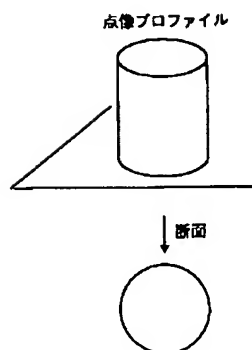
【符号の説明】

- 1 レンズ系
- 2 絞り
- 3 フロントエンド部
- 4 イメージプリプロセッサ（IPP）部
- 5 CPU1/F
- 6 CPU
- 7 焦点レンズ制御部
- 8 絞り制御部
- 9 ズームレンズ
- 10 ズームレンズ位置補正部
- 31 CCD
- 32 信号処理部
- 33 A/D変換器
- 41 RGB分離部
- 42 RGBゲイン調整部
- 43 輝度値生成部
- 44 FFT（IFFT）演算部
- 45 フィルタリング部
- 46 復元フィルタROM
- 47 高周波成分積算器
- 48 負値積算部
- 101 ズームレンズ位置検出部
- 102 セレクタ
- 103 焦点レンズ駆動位置テーブルROM

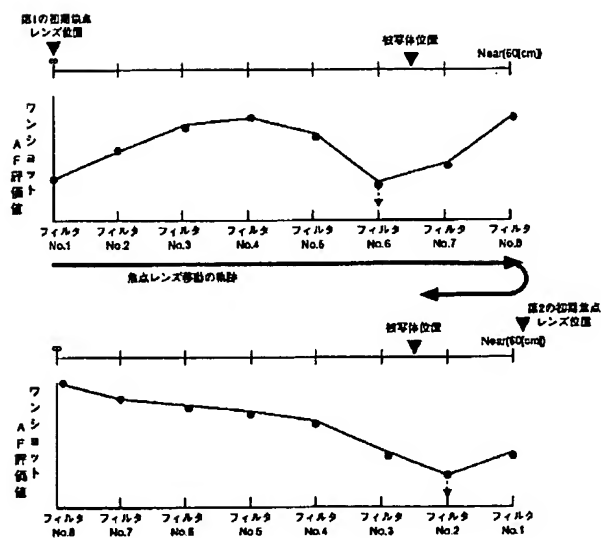
【図4】



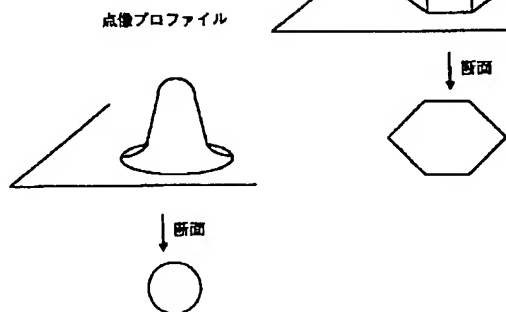
【圖 14】



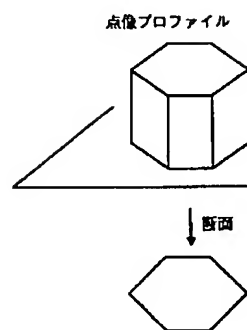
【圖8】



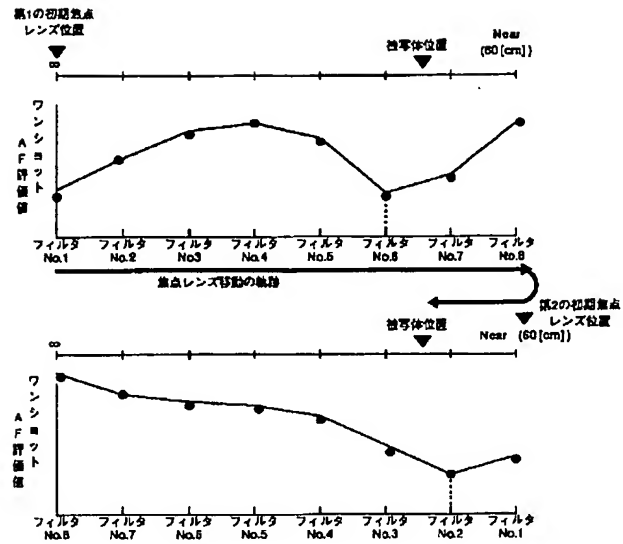
【圖 15】



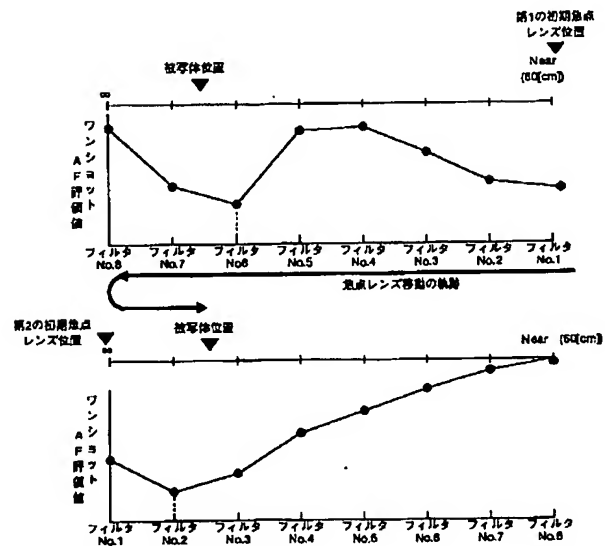
【図 16】



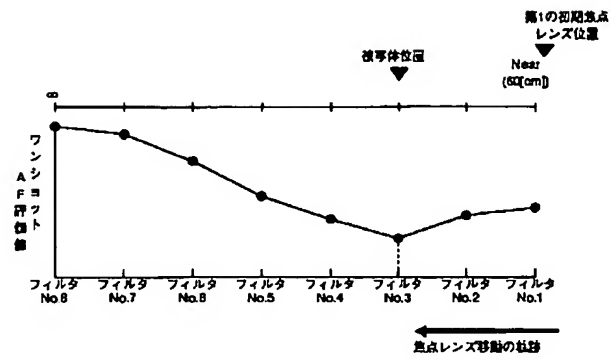
【図9】



【図11】



【図12】



【図13】

